

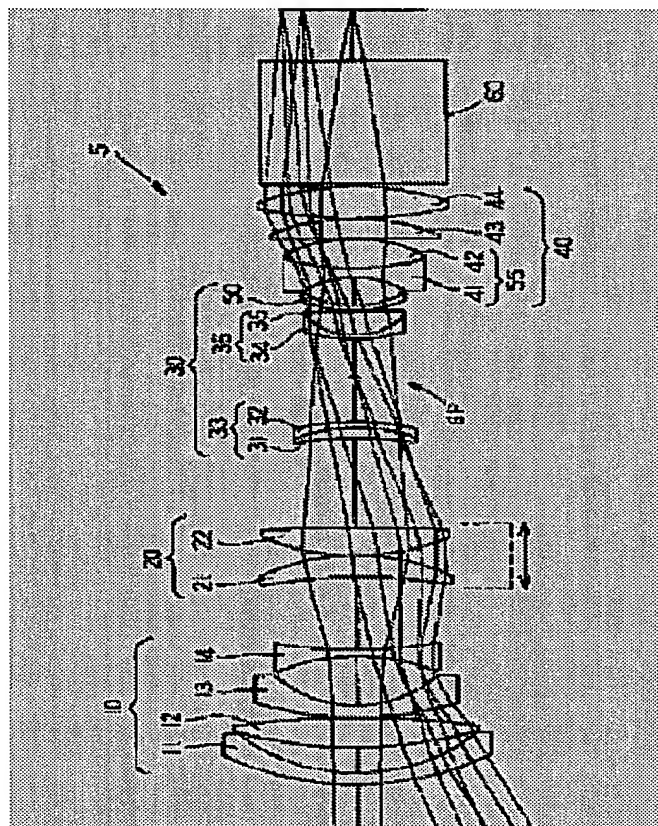
PROJECTION LENS

Patent number: JP2000098222
Publication date: 2000-04-07
Inventor: SHIOKAWA KOJI
Applicant: COSINA CO
Classification:
- international: G02B13/16
- european:
Application number: JP19980264848 19980918
Priority number(s): JP19980264848 19980918

Report a data error here

Abstract of JP2000098222

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a small-sized projection lens wherein the fluctuation of the various kinds of aberration due to focusing is suppressed. **SOLUTION:** A projection lens 5 is constituted of a four-group that is, a first lens group 10, a second lens group 20, a third lens group 30 and a fourth lens group 40. A negative meniscus lens 50 whose convex surface is faced to a screen side is arranged at the end of the third lens group. Only the second lens group 20 positioned at the center of an optical system is moved along an optical axis at the time of executing focusing. When a focal distance at an entire optical system is set to be (f), and the synthetic focal distance of the second lens group 20 is set to be f2 and the focal distance of the negative meniscus lens 50 in the third lens group 30 is set to be f3m, respective conditions such as $0.86 \leq f2/f \leq 1.83$ and $2.88 \leq |f3m|/f \leq 7.46$ are satisfied. The moving amount of a lens at a focusing time is reduced by applying an inner focus system, so that the fluctuation of the aberration due to the focusing is suppressed. Also, the focusing is executed without changing the entire length of the optical system. Therefor, the reduction of the entire length of the optical system is attained.



BEST AVAILABLE COPY

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-98222

(P2000-98222A)

(43) 公開日 平成12年4月7日 (2000.4.7)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 2 B 13/16

識別記号

F I

G 0 2 B 13/16

テーマコード(参考)

2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号

特願平10-264848

(22) 出願日

平成10年9月18日 (1998.9.18)

(71) 出願人 391044915

株式会社コシナ

長野県中野市大字吉田1081番地

(72) 発明者 塩川 浩司

長野県中野市大字七瀬/3番地 株式会社コシナ内

(74) 代理人 100075281

弁理士 小林 和彦

Fターム(参考) 2H087 KA06 LA01 LA03 MA07 PA12

PA20 PB15 QA02 QA07 QA17

QA21 QA25 QA34 QA41 QA45

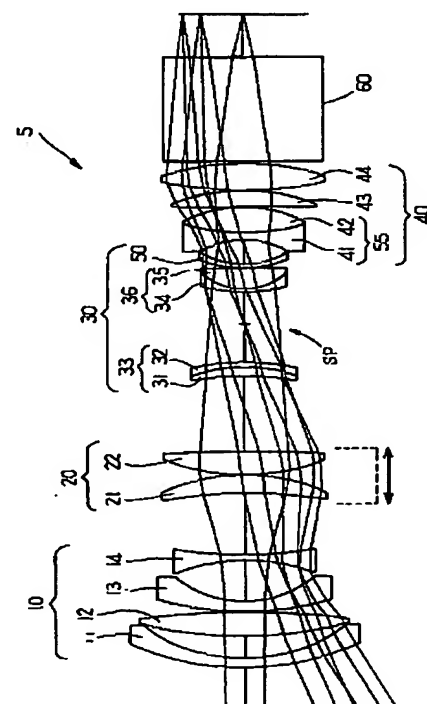
RA32 RA41

(54) 【発明の名称】 投射レンズ

(57) 【要約】

【課題】 合焦に伴う諸収差の変動を抑えた小型の投射レンズを提供する。

【解決手段】 投射レンズ5は、第1レンズ群10、第2レンズ群20、第3レンズ群30、第4レンズ群40の4群形式により構成され、第3レンズ群30のスクリーン側より最後尾には、凸面をスクリーン側に向けたメネスカス状の負レンズ50が配置される。焦点調節を行う際には、光学系の中央に位置する第2レンズ群20のみが光軸上で移動される。光学系全体での焦点距離を f 、第2レンズ群20の合成焦点距離を f_2 、第3レンズ群30中のメネスカス負レンズ50の焦点距離を f_{3a} としたときに、「 $0.86 \leq f_2 / f \leq 1.83$ 」, 「 $2.88 \leq |f_{3a}| / f \leq 7.46$ 」なる各条件を満たす。インナーフォーカス方式を採用することで、合焦時のレンズの移動量が小さくなり、合焦に伴う収差の変動が抑えられる。また、光学系の全長を変化させることなく焦点調節が行われるので、光学系の全長の短縮化を図ることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 スクリーン側より順に、2枚以上の負レンズを含み、これら負レンズのうちの1枚が最もスクリーン側に配置された第1レンズ群と、2枚以上の正レンズからなる第2レンズ群と、絞りを含み、スクリーン側より最後尾に凸面をスクリーン側に向けたメニスカス状の負レンズが配置された第3レンズ群と、2枚のレンズを接合してなり、凹面をスクリーン側に向けたメニスカス状の複合レンズと2枚の正レンズとからなる第4レンズ群とから構成され、焦点調節を行う際には、前記第2レンズ群を構成するレンズを一体的に光軸上で移動させるとともに、光学系全体での焦点距離を f 、第2レンズ群の合成焦点距離を f_2 、第3レンズ群中のスクリーン側より最後尾に配置される前記メニスカス負レンズの焦点距離を f_{3m} としたときに、

$$0.86 \leq f_2 / f \leq 1.83$$

$$2.88 \leq |f_{3m}| / f \leq 7.46$$

なる各条件を満たすことを特徴とする投射レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、液晶表示器に表示された像をスクリーンに投射する液晶プロジェクターに好適な投射レンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 液晶表示器に表示された像をスクリーンに投射する液晶プロジェクターにおいては、焦点調節機構を備えた投射レンズが用いられる。焦点調節機構には様々な方式があるが、液晶プロジェクター用の投射レンズでは、光学系全体を一体的に光軸上で移動させる方式や、最もスクリーン側に位置するレンズ群を光軸上で移動させる方式が主流となっている。

【0003】 図22は、従来の投射レンズのレンズ構成を示すものである。投射レンズ70は、スクリーン側より順に、第1レンズ群71、第2レンズ群72、第3レンズ群73の3群形式により構成されている。第3レンズ群73の物体側には、クロスダイクロプリズムとしての平行ガラス75が配置される。この投射レンズ70では、焦点調節を行う際には、最もスクリーン側に位置する第1レンズ群71のみが光軸上で移動される。なお、この投射レンズ70では、焦点調節を行う際に、第1レンズ群71から平行ガラス75までの全光学系を一体的に光軸上で移動させることも可能である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、上記のように構成された従来の投射レンズでは、焦点調節を行う際のレンズの移動量が大きく、合焦に伴う収差の変動が大きい。このため、従来の投射レンズでは、焦点域の全域において諸収差のバランスを良好な状態に保つことが困難である。特に、像面湾曲が大きく変動するため、焦点調節範囲を広く設定することが難しく、画素数が多い大

画面の液晶表示器を用いる液晶プロジェクターには搭載できない。また、従来の投射レンズでは、合焦時にレンズ全長が延びるため、光学系全体が大型化しやすい。

【0005】 本発明は上記の事情を考慮してなされたもので、合焦に伴う諸収差の変動を抑えた小型の投射レンズを提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、本発明の投射レンズは、スクリーン側より順に、2枚以上の負レンズを含み、これら負レンズのうちの1枚が最もスクリーン側に配置された第1レンズ群と、2枚以上の正レンズからなる第2レンズ群と、絞りを含み、スクリーン側より最後尾に凸面をスクリーン側に向けたメニスカス状の負レンズが配置された第3レンズ群と、2枚のレンズを接合してなり、凹面をスクリーン側に向けたメニスカス状の複合レンズと2枚の正レンズとからなる第4レンズ群とから構成し、焦点調節を行う際には、第2レンズ群を構成するレンズを一体的に光軸上で移動させるとともに、光学系全体での焦点距離を f 、第2レンズ群の合成焦点距離を f_2 、第3レンズ群中のスクリーン側より最後尾に配置されるメニスカス負レンズの焦点距離を f_{3m} としたときに、

$$0.86 \leq f_2 / f \leq 1.83$$

$$2.88 \leq |f_{3m}| / f \leq 7.46$$

なる各条件を満たすようにするものである。

【0007】

【作用】 本発明では、投射レンズを4群形式により構成し、焦点調節を行う際には、光学系の中央に位置する第2レンズ群のみを光軸上で移動させるインナーフォーカス方式を採用するものである。これによれば、合焦時のレンズの移動量を小さくし、収差の変動を抑えることができる。また、光学系の全長を変化させることなく焦点調節が行われるので、光学系の全長を短縮することが可能となる。

【0008】 また、最もスクリーン側に位置する第1レンズ群を、2枚以上の負レンズを含み、これら負レンズのうちの1枚を最もスクリーン側に配置した構成にすることで、焦点域の全域において入射角を均一にし、合焦に伴う収差の変動を抑えることができる。

【0009】 また、合焦時に移動される第2レンズ群を、2枚以上の正レンズにより構成するとともに、条件式

$$0.86 \leq f_2 / f \leq 1.83$$

を満たすことにより、第2レンズ群の屈折力を適正に保ち、焦点域の全域において諸収差のバランスを良好な状態に保つことができる。条件式の上限を超えると、第2レンズ群のパワーが弱くなり、合焦時の第2レンズ群の移動量が大きくなる。このため、光学系の全長が長くなるばかりか、合焦に伴う像面湾曲の変動が増大してこれを抑えきれなくなる。また、第2レンズ群のパワーが弱

くなることによって第1レンズ群のパワーも弱くなり、十分な光量を得ることができなくなる。必要光量を確保しようとする前玉径が大きくなり、通常の加工工程でレンズ面の加工を行うことが難しくなるために製造コストの上昇を招く。一方、条件式の下限を超えると、第2レンズ群のパワーが強くなりすぎ、光学系全体での収差補正が困難になる。

【0010】第3レンズ群のスクリーン側より最後尾に、凸面をスクリーン側に向けたメニスカス状の負レンズを配置するとともに、条件式

$$2.88 \leq |f_{3a}|/f \leq 7.46$$

を満たすことにより、コマフレアを除去して像面を平坦にすることができる。条件式の上限または下限を超えると、倍率の色収差およびコマフレアが増大し、これらを補正しきれなくなる。

【0011】さらに、第4レンズ群を、2枚のレンズを接合してなり、凹面をスクリーン側に向けたメニスカス状の複合レンズと、2枚の正レンズとの4枚のレンズにより構成することで、諸収差のバランスを良好な状態に保つことができる。

【0012】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の投射レンズの構成の第1実施例を示すものである。投射レンズ5は、スクリーン側より順に、第1レンズ群10、第2レンズ群20、第3レンズ群30、および第4レンズ群40の4群形式により構成されている。第4レンズ群40の物体側には、クロスダイクロプリズムとしての平行ガラス60が配置されている。投射レンズ5では、焦点調節を行う際には、第2レンズ群20のみが光軸上で一体的に移動され、第1レンズ群10、第3レンズ群30、第4レンズ群40、および平行ガラス60は、その位置が固定されたままとなる。

【0013】第1レンズ群10は、2枚以上の負レンズを含み、これら負レンズのうちの1枚が最もスクリーン側に配置される。第2レンズ群20は、2枚以上の正レンズから構成される。第3レンズ群30は、絞りSPを含み、スクリーン側より最後尾に凸面をスクリーン側に向けたメニスカス状の負レンズ50が配置される。第4レンズ群40は、2枚のレンズを接合してなり、凹面をスクリーン側に向けたメニスカス状の複合レンズ55と、2枚の正レンズとの合計4枚のレンズにより構成される。

【0014】投射レンズ5は、光学系全体での焦点距離を f 、第2レンズ群20の合成焦点距離を f_2 、第3レンズ群30中のメニスカス負レンズ50の焦点距離を f_{3a} としたときに、

$$0.86 \leq f_2/f \leq 1.83$$

$$2.88 \leq |f_{3a}|/f \leq 7.46$$

なる各条件を満たすように構成されている。

【0015】『第1実施例』第1実施例の投射レンズ5においては、第1レンズ群10は、スクリーン側より順に、凸面をスクリーン側に向けたメニスカス状の負レンズ11と、両面が凸面の正レンズ12と、凸面をスクリーン側に向けたメニスカス状の負レンズ13と、両面が凹面の負レンズ14との4枚のレンズにより構成される。また、第2レンズ群20は、凹面をスクリーン側に向けたメニスカス状の正レンズ21と、両面が凸面の正レンズ22との2枚のレンズにより構成される。

【0016】第3レンズ群30は、凹面をスクリーン側に向けたメニスカス状の正レンズ31と凹面をスクリーン側に向けたメニスカス状の負レンズ32との2枚のレンズを接合してなる複合レンズ33と、凸面をスクリーン側に向けたメニスカス状の負レンズ34と凸面をスクリーン側に向けたメニスカス状の正レンズ35との2枚のレンズを接合してなる複合レンズ36と、凸面をスクリーン側に向けたメニスカス負レンズ50との合計5枚のレンズから構成される。なお、絞りSPは、2つの複合レンズ33、36の間に配置される。

【0017】第4レンズ群40は、両面が凹面の負レンズ41と両面が凸面の正レンズ42との2枚のレンズを接合してなる複合負レンズ55と、2枚の両面が凸面の正レンズ43、44との合計4枚のレンズから構成される。

【0018】第1実施例の投射レンズ5の仕様は次のとおりである。

$$f = 37.9 \text{ mm}$$

$$M = 1/28.25 \sim 1/185.2$$

$$Y = 22.25$$

$$\omega = 30.51^\circ$$

$$F_{No} = 2.46$$

$$L = 267.33 \text{ mm}$$

【0019】なお、上記データ中、Mは投射倍率、Yは像高、 ω は対角半画角、 F_{No} はFナンバー、Lは光学系の全長を示している。

【0020】また、投射レンズ5では、本発明における特徴値の「 f_2/f 」、「 $|f_{3a}|/f$ 」の各値が、

$$f_2/f \approx 1.39$$

$$|f_{3a}|/f \approx 3.62$$

となるように構成されている。

【0021】投射レンズ5のレンズデータを次の表1に示す。なお、面番号iは物体側から順に各レンズの面に付した番号で、面間隔Dは次の面との間のレンズ厚みあるいは空気空間を表している（単位はmm）。

【0022】

【表1】

(4) 開2000-98222 (P2000-98222A)

面番号 i	曲率半径 R	面間隔 D	屈折率 N	アッペ数 ν
1	100.0000	3.7000	1.58913	61.3
2	59.7600	9.1000		
3	147.3500	10.0000	1.58913	61.3
4	-269.2600	0.3000		
5	111.8000	4.0700	1.71300	53.9
6	38.0050	17.0400		
7	-61.5000	2.0000	1.77250	49.6
8	140.0000	可変		
9	-168.0000	7.2000	1.80610	33.3
10	-69.0000	0.2000		
11	77.3000	9.2000	1.80610	33.3
12	-528.0100	可変		
13	-89.6000	3.3000	1.77250	49.6
14	-50.4000	1.8000	1.84666	23.8
15	-86.6400	16.0000		
16	絞 り	13.0000		
17	60.0000	1.2500	1.69895	30.1
18	21.7200	8.3000	1.69680	55.5
19	669.0000	0.3000		
20	43.0190	1.5000	1.83400	37.3
21	30.7700	9.2500		
22	-30.2980	3.5000	1.75520	27.5
23	76.2900	9.8500	1.48749	70.4
24	-46.7200	0.2000		
25	∞	6.8400	1.48749	70.4
26	-66.4200	0.2000		
27	132.0600	11.1000	1.84666	23.8
28	-90.0000	1.0000		
29	∞	42.3000	1.51680	64.2
30	∞	18.5700		

【0023】 投射レンズ5では、近距離物体（物体距離1000mm）、標準距離物体（物体距離2700mm）、遠距離物体（物体距離7000mm）に合焦したとき、第1レンズ群10と第2レンズ群20との面間隔D8、および第2レンズ群20と第3レンズ群30との

面間隔D12は、それぞれ次の表2に示すように変化する。なお、表中には、各距離の物体に合焦したときの焦点距離 f を併記した。

【0024】

【表2】

		焦点距離 f	面 間 隔	
			D 8	D 12
物 距 体 離	1 0 0 0	37.52	25.6060	30.6526
	2 7 0 0	37.76	24.9400	31.3186
	7 0 0 0	37.84	24.6860	31.5726

【0025】投射レンズ5の、近距離物体に合焦したときの収差図を図2および図3に、標準距離物体に合焦したときの収差図を図4および図5に、また遠距離物体に合焦したときの収差図を図6および図7に示す。なお、図2、図4、図6の各々において(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差を表し、図中(B)の非点収差図における符号S、Tは、それぞれ球欠的像面、子午的像面に対する収差を表している。また、図3、図5、図7は横収差図であり、図中(A)、(B)、(C)、(D)、(E)は、それぞれ像高比(1.00)、(0.90)、(0.70)、(0.50)、および(0.00)における収差を表している。

【0026】『第2実施例』図8は、本発明の投射レンズの構成の第2実施例を示すものであり、図1に示した投射レンズ5と同じ部材には、共通の符号を付してある。この第2実施例の投射レンズ6では、第1レンズ群10および第2レンズ群20は、第1実施例の投射レンズ5と同じ構成となっている。

【0027】第3レンズ群30は、凹面をスクリーン側に向けたメニスカス状の負レンズ37と凹面をスクリーン側に向けたメニスカス状の正レンズ38との2枚のレンズを接合してなる複合レンズ39と、負レンズ34と正レンズ35との2枚のレンズを接合してなる複合レンズ36と、メニスカス負レンズ50とから構成される。

なお、絞りSPは、2つの複合レンズ39、36の間に配置される。

【0028】第4レンズ群40は、負レンズ41と正レンズ42との2枚のレンズを接合してなる複合レンズ5と、凹面をスクリーン側に向けたメニスカス状の正レンズ45と、両面が凸面の正レンズ44とから構成される。この第4レンズ群40の物体側に、平行ガラス60が配置される。

【0029】第2実施例の投射レンズ6の仕様は次のとおりである。

$$f = 44.28 \text{ mm}$$

$$M = 1/24.10 \sim 1/158: -7.3$$

$$Y = 22.30$$

$$\omega = 25.00^\circ$$

$$F_{N0} = 2.59$$

$$L = 214.98 \text{ mm}$$

【0030】投射レンズ6は、特徴値の各値が、

$$f_2/f \approx 0.86$$

$$|f_{3a}|/f \approx 2.88$$

となるように構成されている。

【0031】投射レンズ6のレンズデータを表3に示す。

【0032】

【表3】

面番号 I	曲率半径 R	面間隔 D	屈折率 N	アッペ数 ν
1	99.1536	3.5000	1.58913	61.3
2	54.8551	4.4957		
3	87.9191	9.5724	1.71300	53.9
4	-297.0895	1.0769		
5	119.6693	2.5000	1.71300	53.9
6	32.2108	14.4000		
7	-42.9018	2.0000	1.77250	49.6
8	535.6159	可変		
9	-115.6190	7.1673	1.80610	40.7
10	-49.5267	0.3000		
11	50.6897	7.7428	1.80610	40.7
12	-2836.7446	可変		
13	-74.3449	2.0000	1.84666	23.8
14	-128.3700	2.9112	1.48749	70.4
15	-78.7773	10.0000		
16	絞 り	12.3252		
17	55.3228	1.5000	1.72151	29.1
18	20.4583	7.3088	1.69680	55.5
19	437.2621	0.2000		
20	52.8415	1.5000	1.69895	30.1
21	32.7921	9.0411		
22	-25.1762	2.5000	1.78472	25.7
23	305.7950	8.9087	1.48749	70.4
24	-38.4326	0.2000		
25	-254.4900	6.7193	1.77250	49.6
26	-56.7548	0.2000		
27	95.8361	8.8943	1.84666	23.8
28	-147.6629	1.0000		
29	∞	42.3000	1.51680	64.2
30	∞	17.9800		

【0033】また、近距離物体（物体距離1000mm）、標準距離物体（物体距離2700mm）、遠距離物体（物体距離7000mm）に合焦したとき、第1レンズ群10と第2レンズ群20との面間隔D8、および

第2レンズ群20と第3レンズ群30との面間隔D12は、それぞれ次の表4に示すように変化する。

【0034】

【表4】

		焦点距離	面 間 隔	
			D 8	D 12
物	1000	43.49	9.6498	17.0867
距体	2700	43.98	8.9828	17.7538
離	7000	44.16	8.7302	18.0063

【0035】投射レンズ6の、近距離物体に合焦したときの収差図を図9および図10に、標準距離物体に合焦したときの収差図を図11および図12に、また遠距離物体に合焦したときの収差図を図13および図14に示す。

【0036】『第3実施例』図15は、本発明の投射レンズの構成の第3実施例を示すものであり、図1および図8に示した投射レンズ5、6と同じ部材には、共通の符号を付してある。この第3実施例の投射レンズ7では、第1レンズ群10は、スクリーン側より順に、凸面をスクリーン側に向けたメニスカス状の負レンズ11と、凸面をスクリーン側に向けたメニスカス状の正レンズ15と、凸面をスクリーン側に向けたメニスカス状の負レンズ13と、両面が凹面の負レンズ14との4枚のレンズにより構成される。また第2レンズ群20は、凹面をスクリーン側に向けたメニスカス状の正レンズ21と、凸面をスクリーン側に向けたメニスカス状の正レンズ23とから構成される。

【0037】第3レンズ群30は、凹面をスクリーン側に向けたメニスカス状の負レンズ51と凹面をスクリーン側に向けたメニスカス状の正レンズ52との2枚のレンズを接合してなる複合レンズ53と、メニスカス状の

負レンズ34とメニスカス状の正レンズ35との2枚のレンズを接合してなる複合レンズ36と、メニスカス負レンズ50とから構成される。なお、絞りSPは、2つの複合レンズ53、36の間に配置される。また、第4レンズ群40は第2実施例の投射レンズ6と同じ構成であり、この物体側に平行ガラス60が配置される。

【0038】第3実施例の投射レンズ7の仕様は次のとおりである。

$$f = 31.95 \text{ mm}$$

$$M = 1/27.54 \sim 1/222.20$$

$$Y = 22.00$$

$$\omega = 35.00^\circ$$

$$F_{N0} = 2.60$$

$$L = 251.39 \text{ mm}$$

【0039】この投射レンズ7は、特徴値の各値が、

$$f_2/f = 1.83$$

$$|f_{3a}|/f = 7.46$$

となるように構成されている。

【0040】投射レンズ7のレンズデータを表5に示す。

【0041】

【表5】

面番号 i	曲率半径 R	面間隔 D	屈折率 N	アッベ数 ν
1	78.6668	3.5000	1.71300	53.9
2	53.3060	6.1364		
3	72.7653	12.4013	1.71300	53.9
4	641.1810	0.2000		
5	64.6554	2.5000	1.77250	49.6
6	30.4061	14.2013		
7	-184.2789	2.0000	1.77250	49.6
8	53.1840	可変		
9	-358.7075	4.4903	1.83400	37.3
10	-78.2634	0.3000		
11	57.9762	5.4017	1.69895	30.1
12	194.7064	可変		
13	-85.6594	2.0000	1.84666	23.8
14	-177.4056	4.2014	1.51742	52.2
15	-59.2294	17.0000		
16	絞 り	11.0000		
17	69.7553	1.5000	1.72825	28.3
18	24.1014	6.4912	1.69680	55.5
19	264.3777	0.2000		
20	42.3809	1.5000	1.69895	30.1
21	33.2999	8.9428		
22	-32.5076	3.2000	1.84666	23.8
23	116.0760	9.2971	1.48749	70.4
24	-44.2088	0.2000		
25	-458.7882	6.2272	1.71300	53.9
26	-68.1259	0.2000		
27	93.2495	8.7372	1.84666	23.8
28	-154.5600	1.0000		
29	∞	42.3000	1.51680	64.2
30	∞	18.4800		

【0042】また、近距離物体（物体距離800mm）、標準距離物体（物体距離2700mm）、遠距離物体（物体距離7000mm）に合焦したとき、第1レンズ群10と第2レンズ群20との面間隔D8、および

第2レンズ群20と第3レンズ群30との面間隔D12は、それぞれ次の表6に示すように変化する。

【0043】

【表6】

		焦点距離	面 間 隔	
			D 8	D 12
物 距 離	8 0 0	31.05	42.0997	15.6821
	2 7 0 0	31.68	40.7818	17.0000
	7 0 0 0	31.86	40.4172	17.3645

【0044】投射レンズ7の、近距離物体に合焦したときの収差図を図16および図17に、標準距離物体に合焦したときの収差図を図18および図19に、また遠距離物体に合焦したときの収差図を図20および図21に示す。

【0045】なお、比較のために、図22に示した従来の投射レンズ70の、標準距離物体に合焦したときの収差図を図23および図24に示す。また、投射レンズ70の全体を移動させて近距離物体に合焦したときの収差図を図25および図26に、また無限遠物体に合焦したときの収差図を図27および図28に示す。さらに、投射レンズ70の第1レンズ群71のみを移動させて近距離物体に合焦したときの収差図を図29および図30に、また無限遠物体に合焦したときの収差図を図31および図32に示す。

【0046】

【発明の効果】以上のように、本発明の投射レンズによれば、光学系全体が4群形式により構成され、焦点調節を行う際には、光学系の中央に位置する第2レンズ群のみを光軸上で移動させるインナーフォーカス方式が採られるので、光学系全体を移動させたり、あるいは最もスクリーン側に位置する第1レンズ群を移動させる従来の投射レンズに比較して合焦時のレンズの移動量が小さくなり、合焦に伴う収差の変動が抑えられる。また、光学系の全長を変化させることなく焦点調節が行われるので、光学系の全長の短縮化を図ることができる。

【0047】また、合焦時に移動される第2レンズ群を2枚以上の正レンズにより構成するとともに、その合成焦点距離を調整することで、第2レンズ群のパワーを適正に保ち、合焦に伴う収差の変動を抑えることができる。また、第3レンズ群中のスクリーン側より最後尾に、スクリーン側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズを配置するとともに、このメニスカス負レンズの焦点距離を調整することで、合焦に伴うコマ収差や倍率の色収差の悪化を抑えることができる。これらにより、焦点域の全域において諸収差のバランスを良好な状態に保つことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の投射レンズの第1構成例による光路図である。

【図2】図1の投射レンズの近距離物体に合焦したとき

の収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図3】図1の投射レンズの近距離物体に合焦したときの横収差図であり、(A)は像高比1.00における収差を、(B)は像高比0.90における収差を、(C)は像高比0.70における収差を、(D)は像高比0.50における収差を、(E)は像高比0.00における収差をそれぞれ表している。

【図4】図1の投射レンズの標準距離物体に合焦したときの収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図5】図1の投射レンズの標準距離物体に合焦したときの横収差図であり、(A)は像高比1.00における収差を、(B)は像高比0.90における収差を、(C)は像高比0.70における収差を、(D)は像高比0.50における収差を、(E)は像高比0.00における収差をそれぞれ表している。

【図6】図1の投射レンズの遠距離物体に合焦したときの収差図であり、(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

【図7】図1の投射レンズの遠距離物体に合焦したときの横収差図であり、(A)は像高比1.00における収差を、(B)は像高比0.90における収差を、(C)は像高比0.70における収差を、(D)は像高比0.50における収差を、(E)は像高比0.00における収差をそれぞれ表している。

【図8】本発明の投射レンズの第2構成例による光路図である。

【図9】図8の投射レンズの近距離物体に合焦したときの収差図である。

【図10】図8の投射レンズの近距離物体に合焦したときの横収差図である。

【図11】図8の投射レンズの標準距離物体に合焦したときの収差図である。

【図12】図8の投射レンズの標準距離物体に合焦したときの横収差図である。

【図13】図8の投射レンズの遠距離物体に合焦したときの収差図である。

【図14】図8の投射レンズの遠距離物体に合焦したときの横収差図である。

【図15】本発明の投射レンズの第3構成例による光路

図である。

【図16】図15の投射レンズの近距離物体に合焦したときの収差図である。

【図17】図15の投射レンズの近距離物体に合焦したときの横収差図である。

【図18】図15の投射レンズの標準距離物体に合焦したときの収差図である。

【図19】図15の投射レンズの標準距離物体に合焦したときの横収差図である。

【図20】図15の投射レンズの遠距離物体に合焦したときの収差図である。

【図21】図15の投射レンズの遠距離物体に合焦したときの横収差図である。

【図22】従来の投射レンズの構成を示す光路図である。

【図23】図22の投射レンズの標準距離物体に合焦したときの収差図である。

【図24】図22の投射レンズの標準距離物体に合焦したときの横収差図である。

【図25】図22の投射レンズの全体を移動させて近距離物体に合焦したときの収差図である。

【図26】図22の投射レンズの全体を移動させて近距離物体に合焦したときの横収差図である。

離物体に合焦したときの横収差図である。

【図27】図22の投射レンズの全体を移動させて無限遠物体に合焦したときの収差図である。

【図28】図22の投射レンズの全体を移動させて無限遠物体に合焦したときの横収差図である。

【図29】図22の投射レンズの第1レンズ群のみを移動させて近距離物体に合焦したときの収差図である。

【図30】図22の投射レンズの第1レンズ群のみを移動させて近距離物体に合焦したときの横収差図である。

【図31】図22の投射レンズの第1レンズ群のみを移動させて無限遠物体に合焦したときの収差図である。

【図32】図22の投射レンズの第1レンズ群のみを移動させて無限遠物体に合焦したときの横収差図である。

【符号の説明】

5, 6, 7, 70 投射レンズ

10, 71 第1レンズ群

20, 72 第2レンズ群

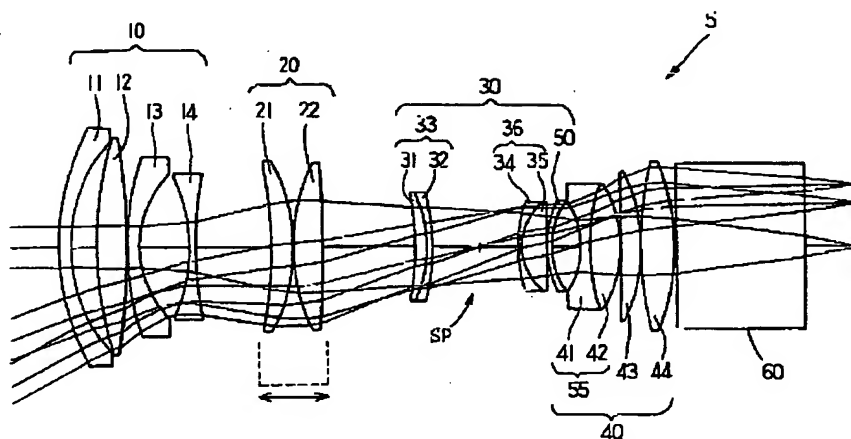
30, 73 第3レンズ群

40, 74 第4レンズ群

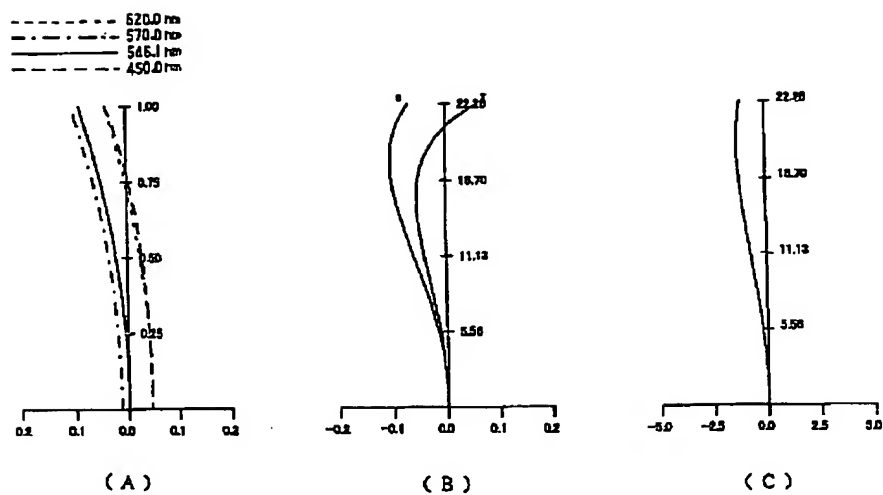
50 メニスカス負レンズ

60, 75 平行ガラス

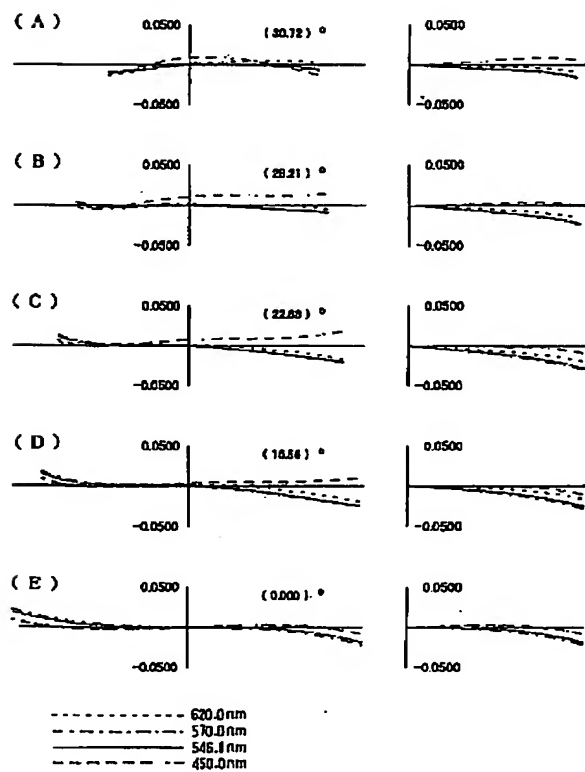
【図1】



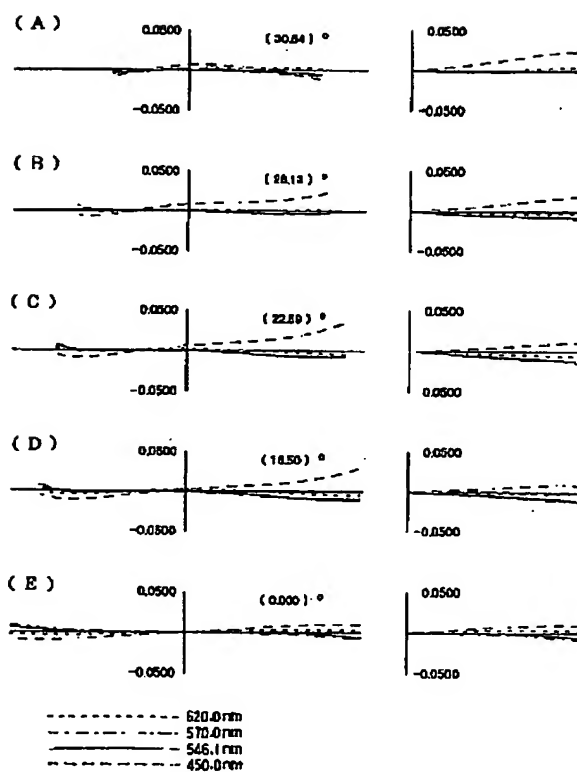
【図2】



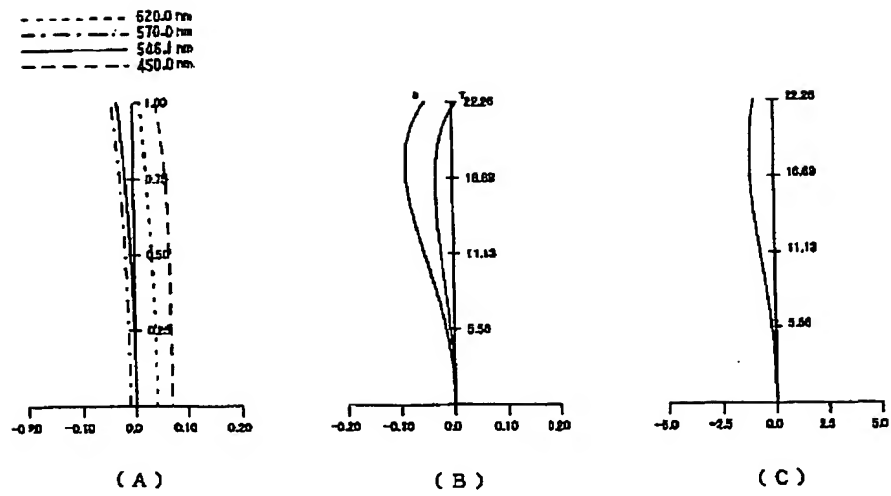
【図3】



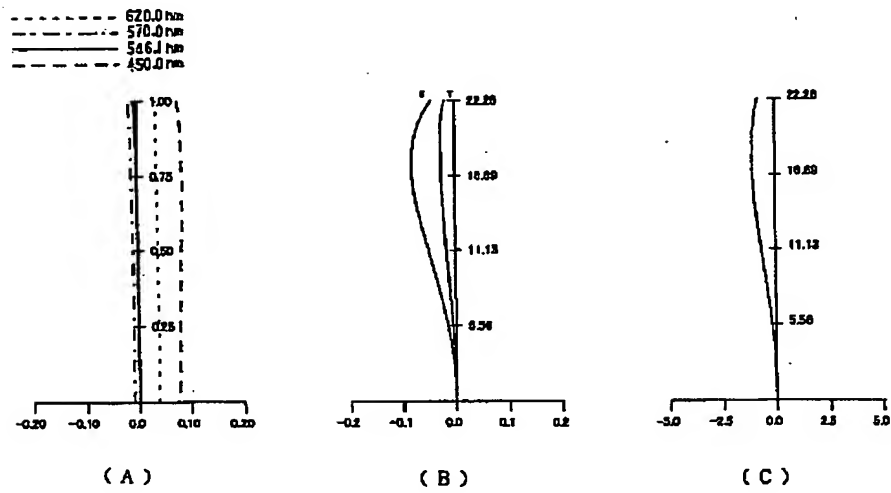
【図5】



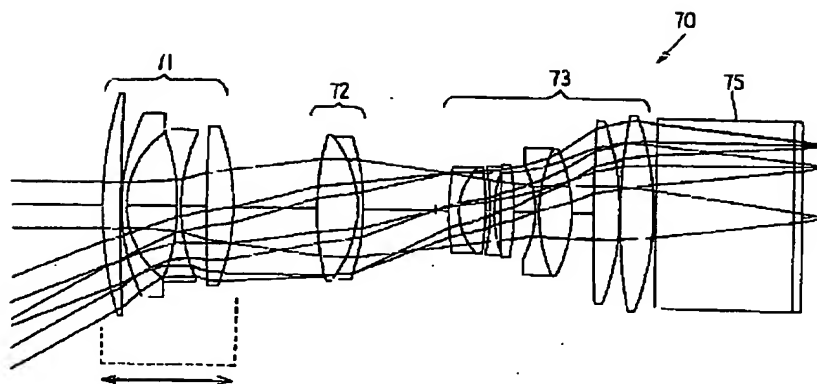
【図4】



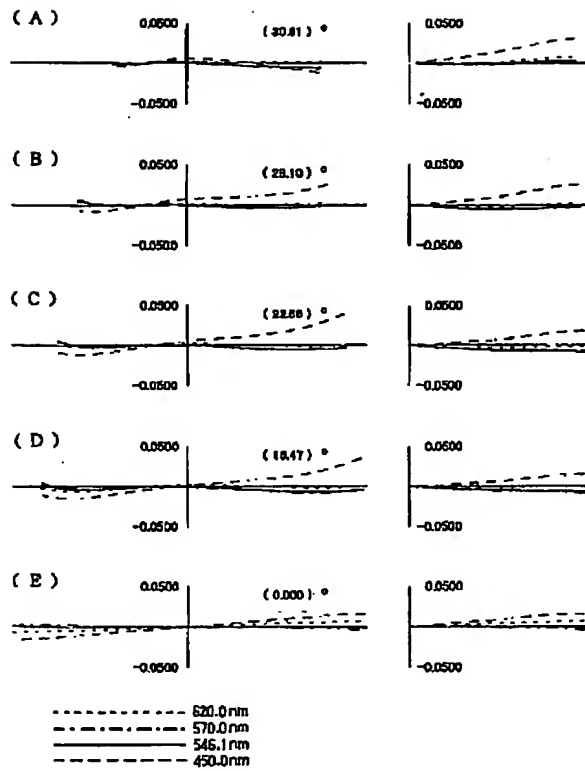
【図6】



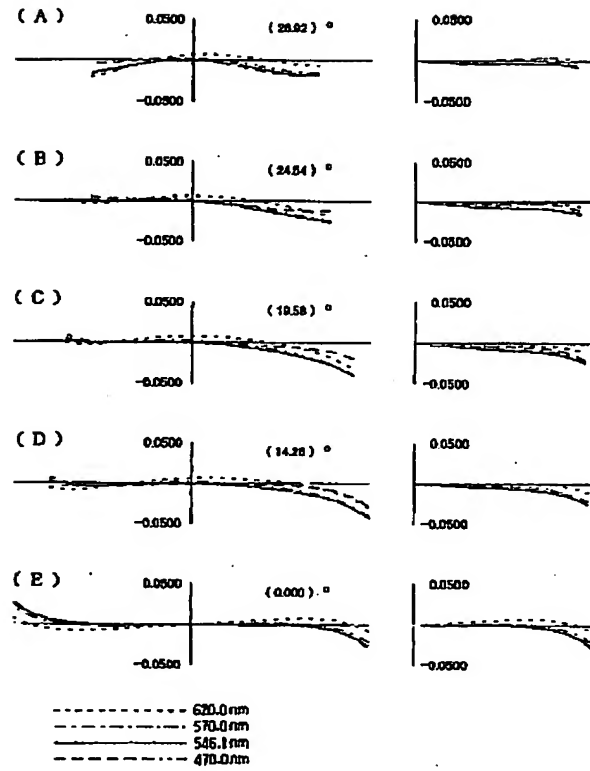
【図22】



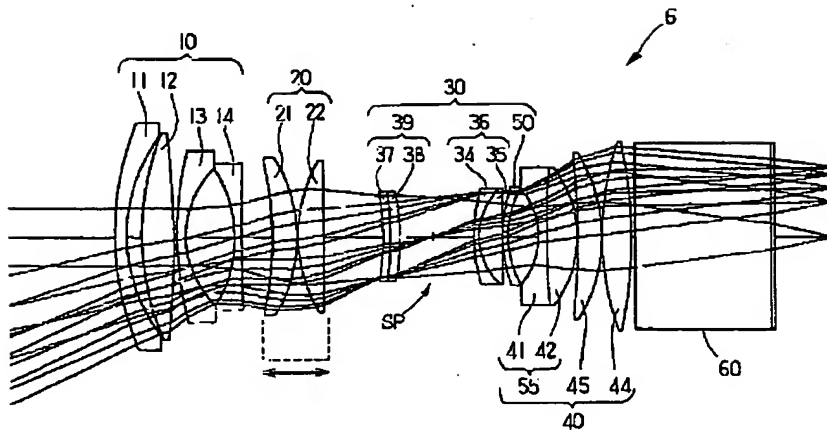
【図7】



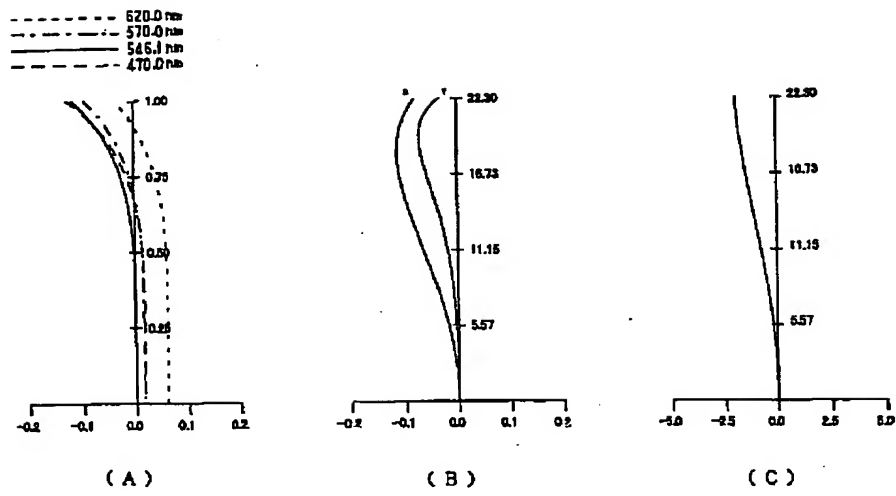
【図10】



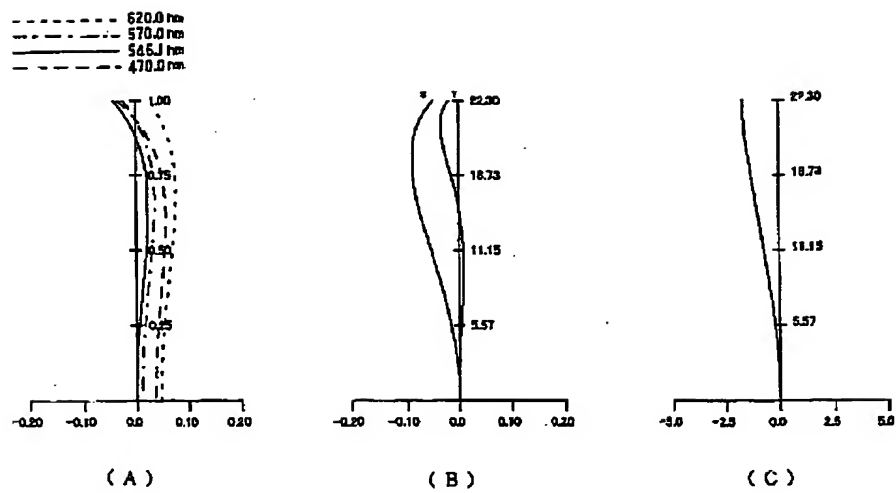
【図8】



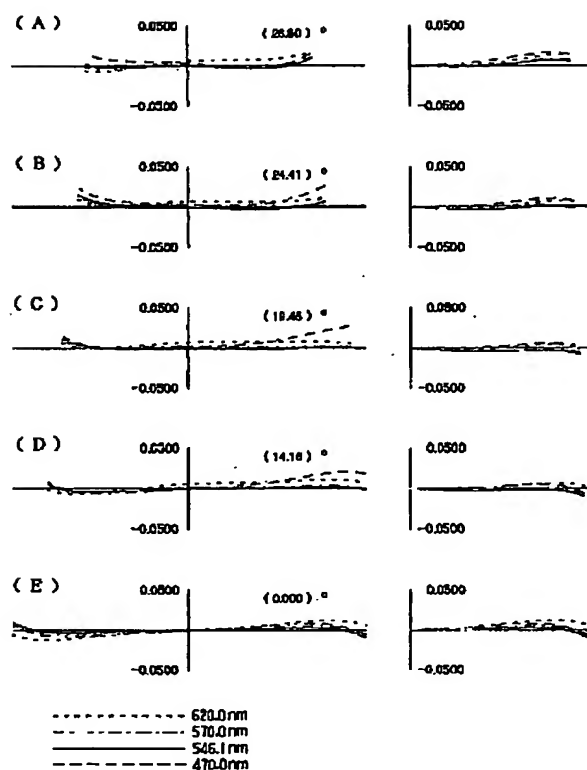
【図9】



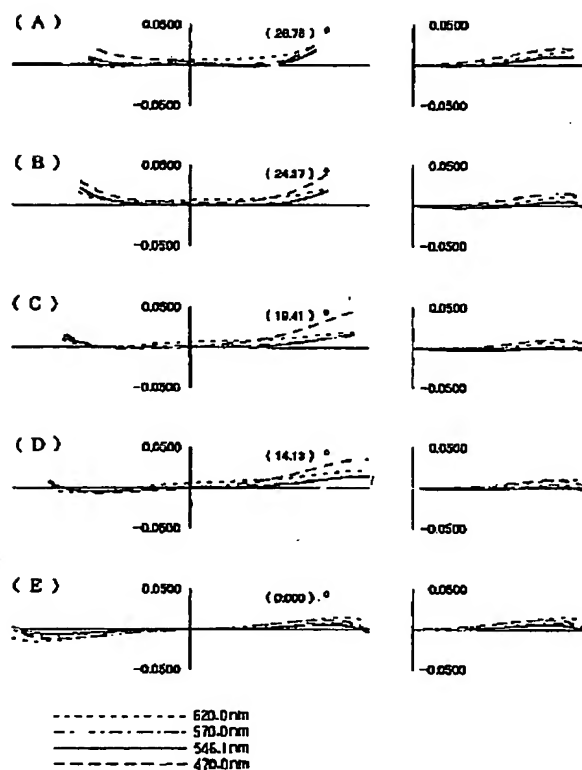
【図11】



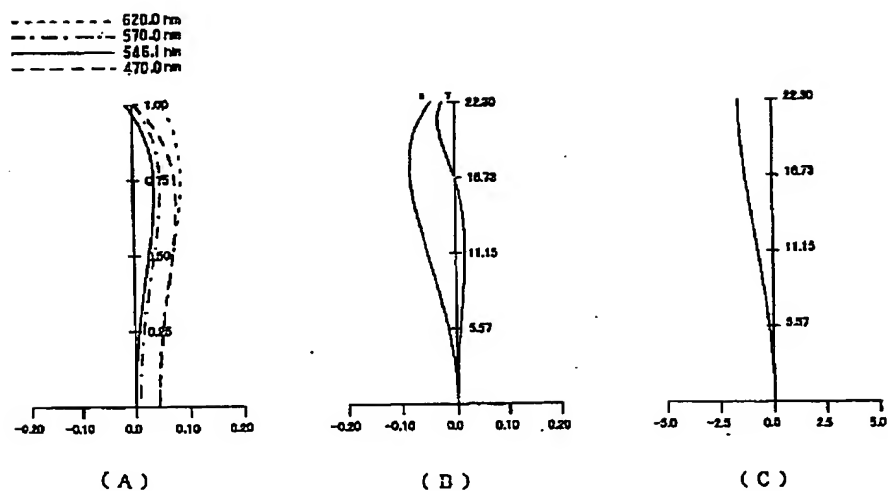
【図12】



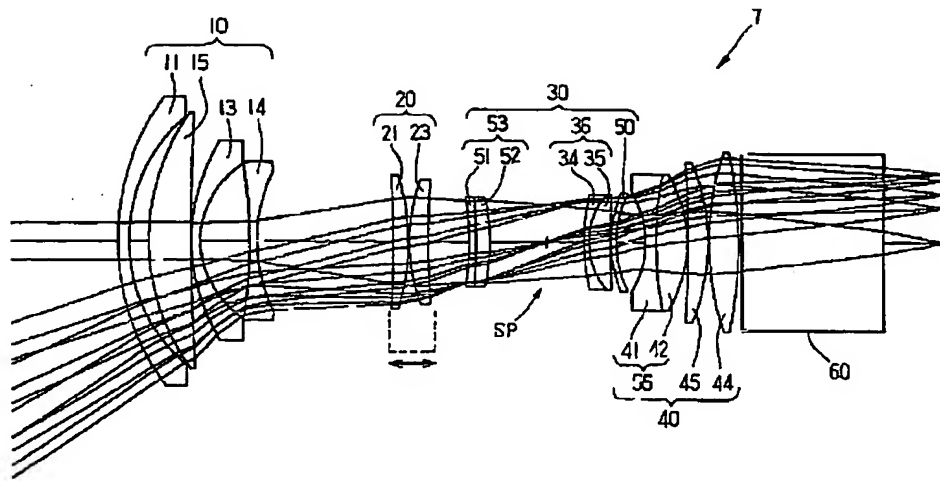
【図14】



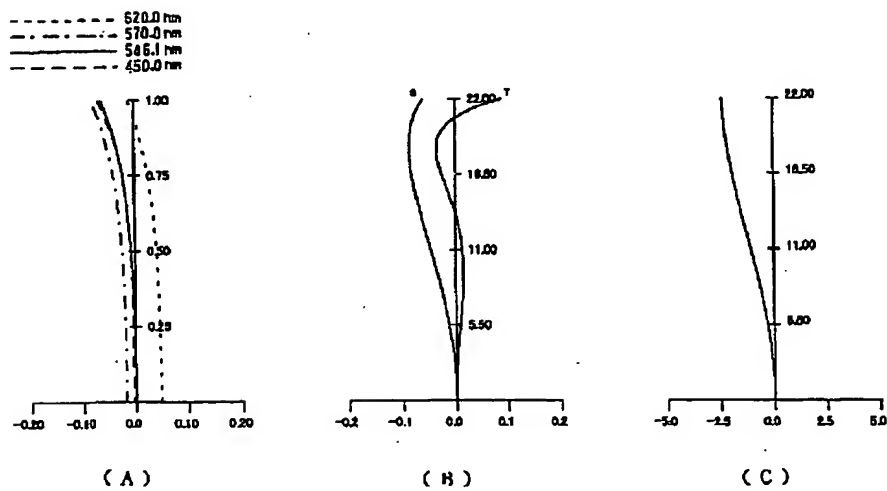
【図13】



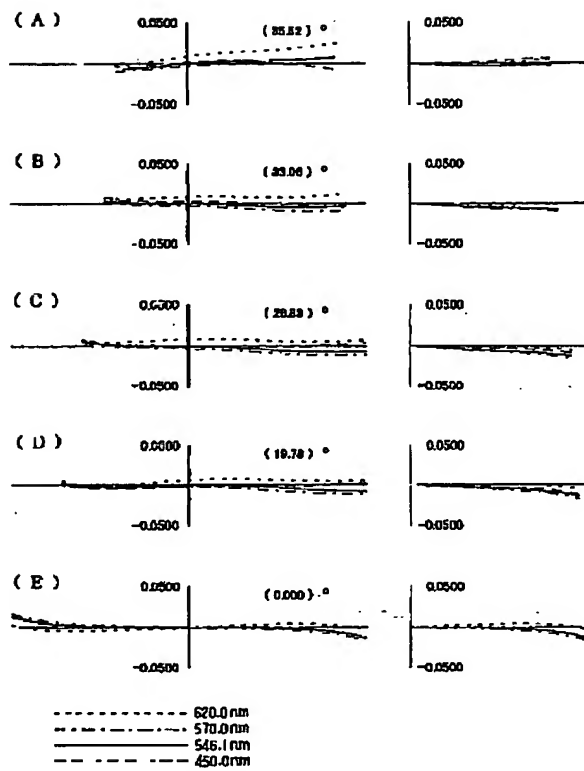
【図15】



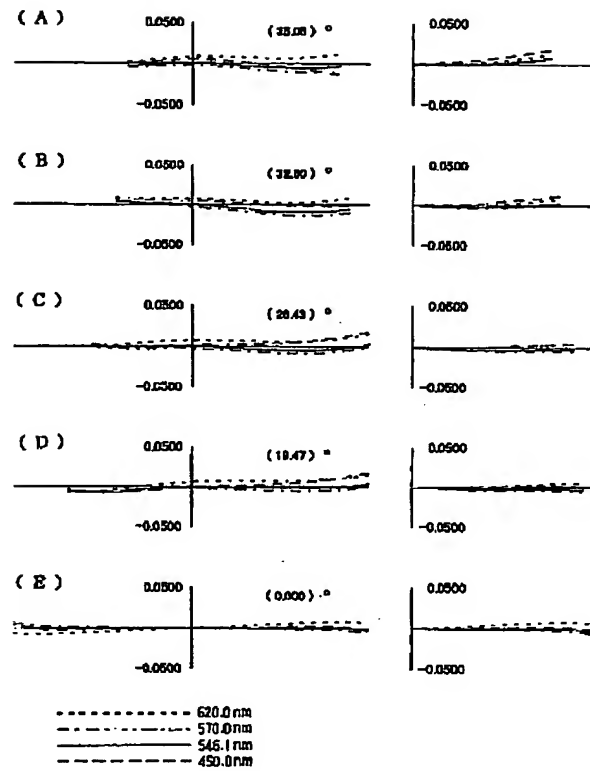
【図16】



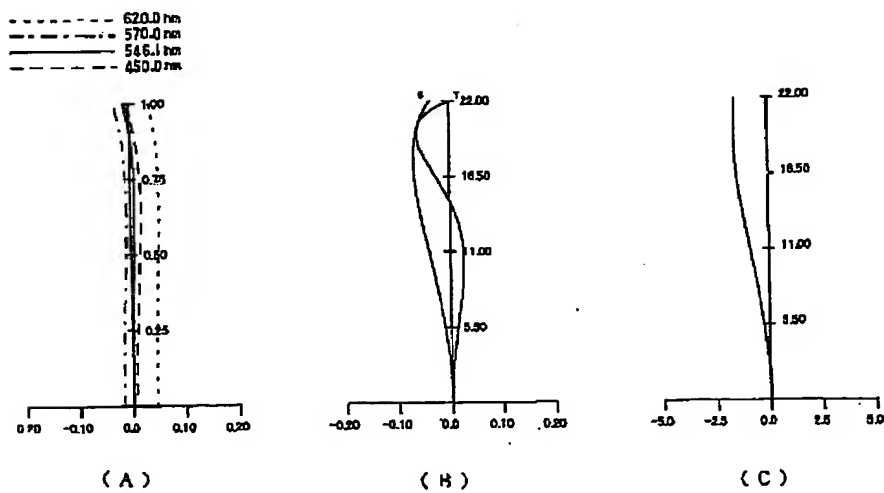
【図17】



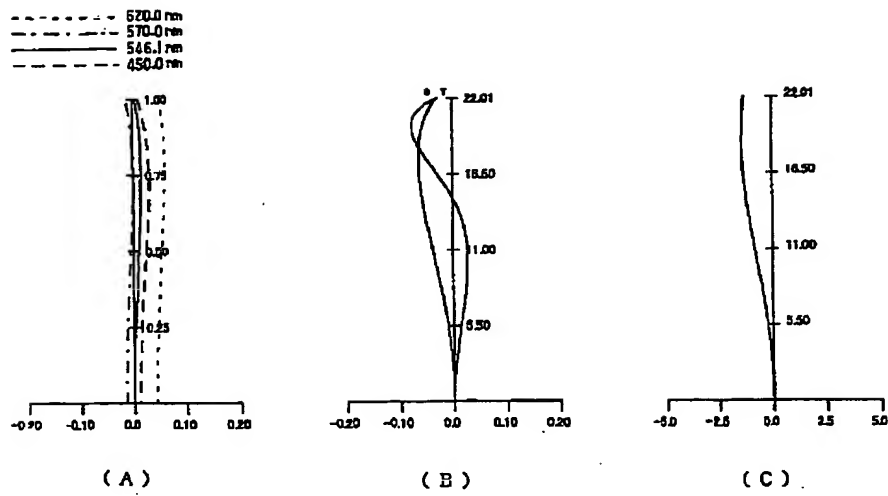
【図19】



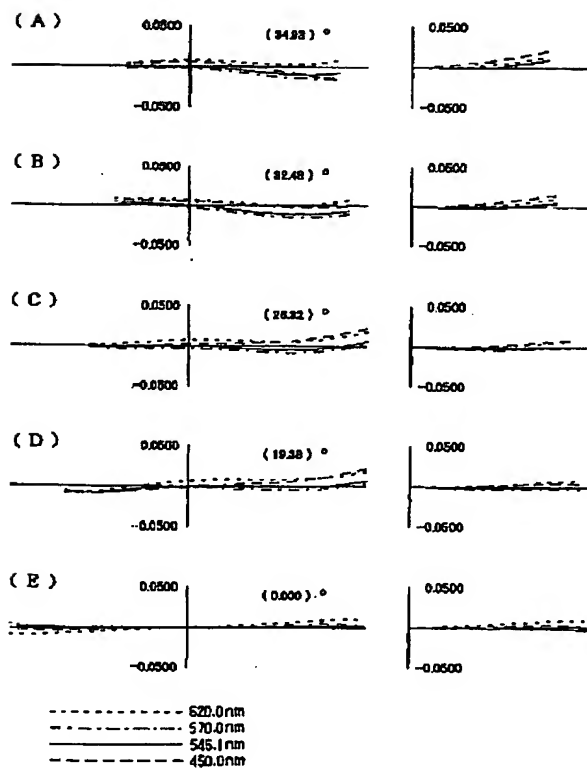
【図18】



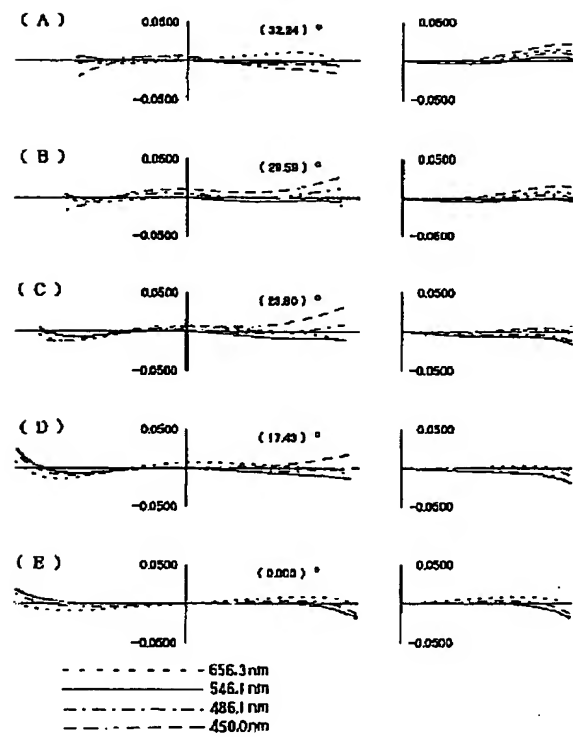
【図20】



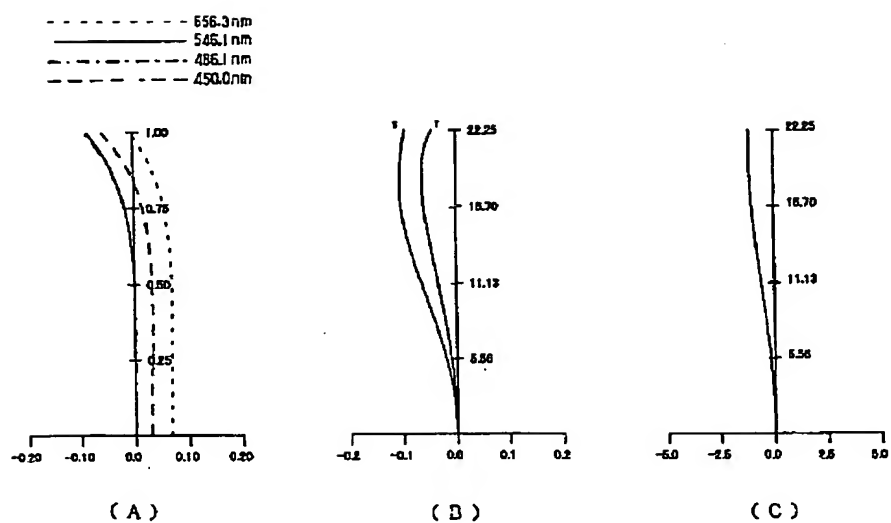
【図21】



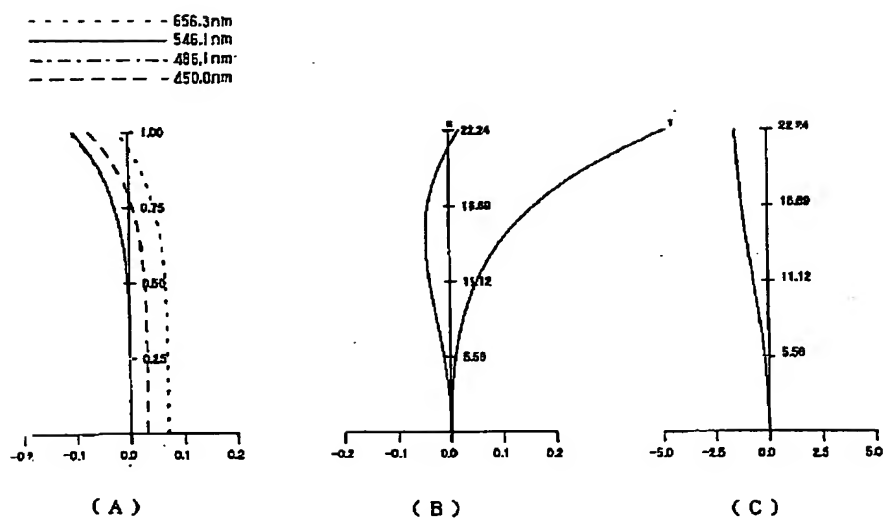
【図24】



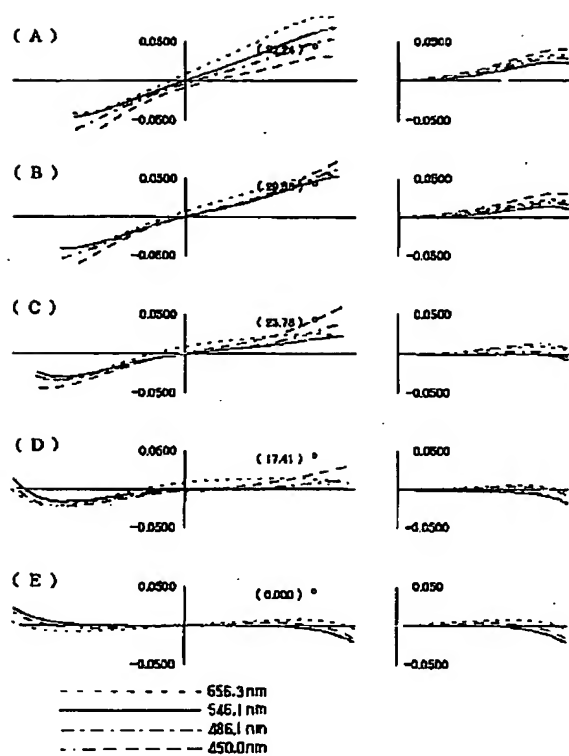
【図23】



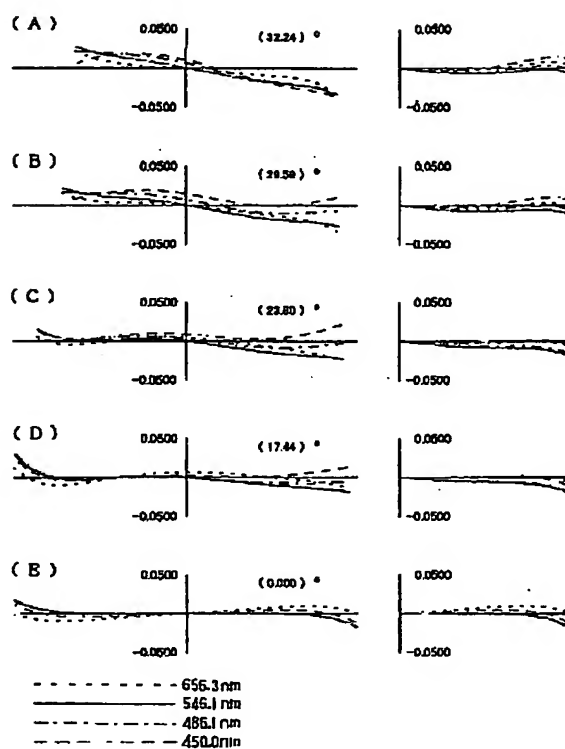
【図25】



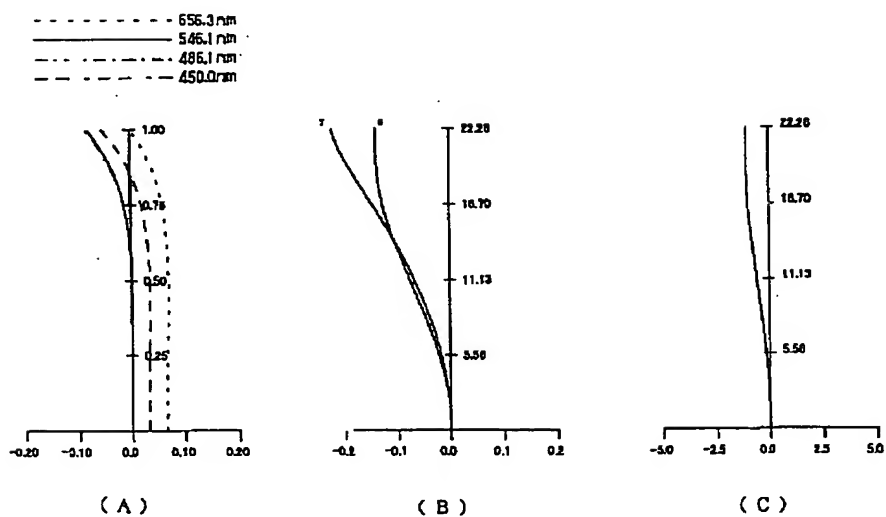
【図26】



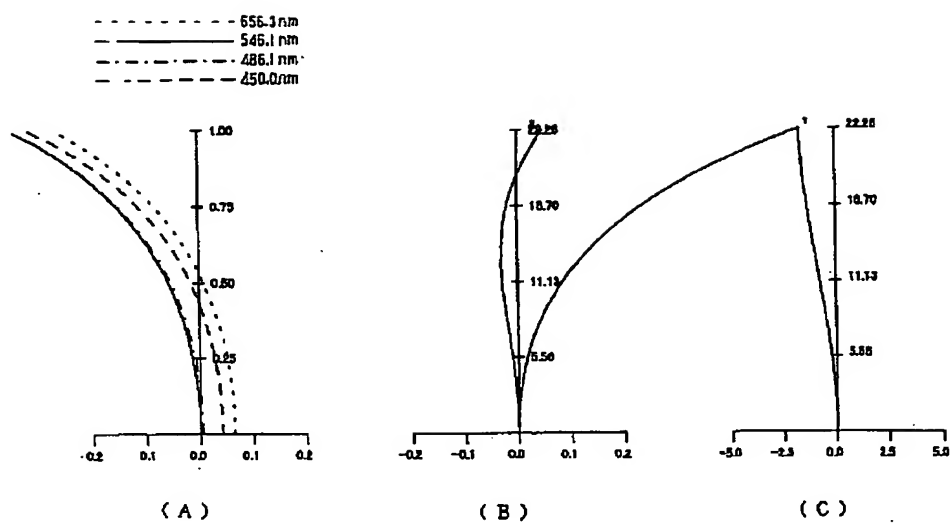
【図28】



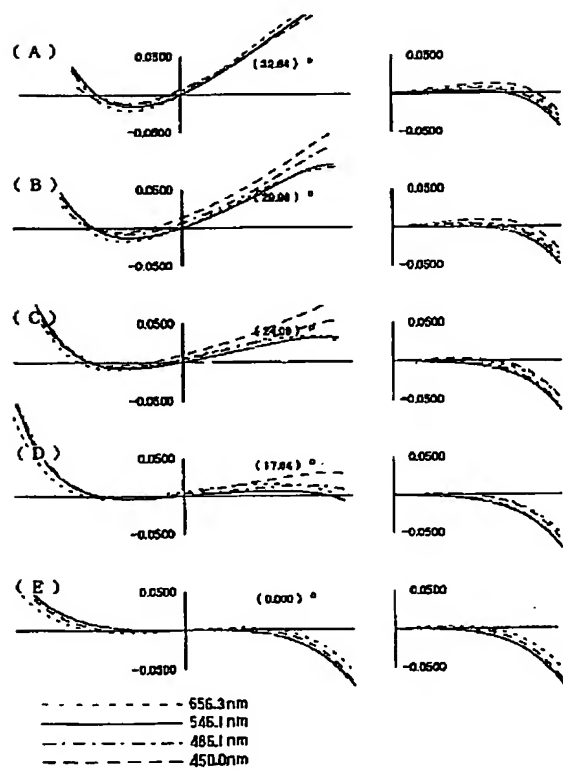
【図27】



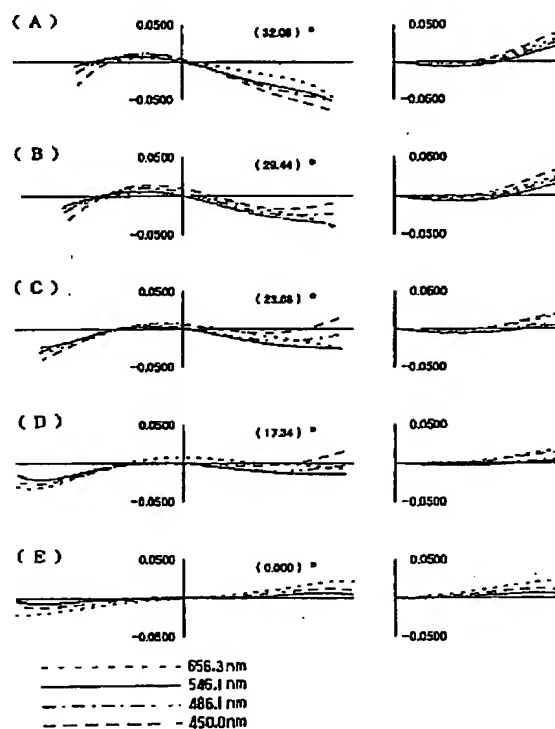
【図29】



【図30】



【図32】



【図31】

